

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19)世界知的所有権機関
国際事務局(43)国際公開日
2005年2月17日 (17.02.2005)

PCT

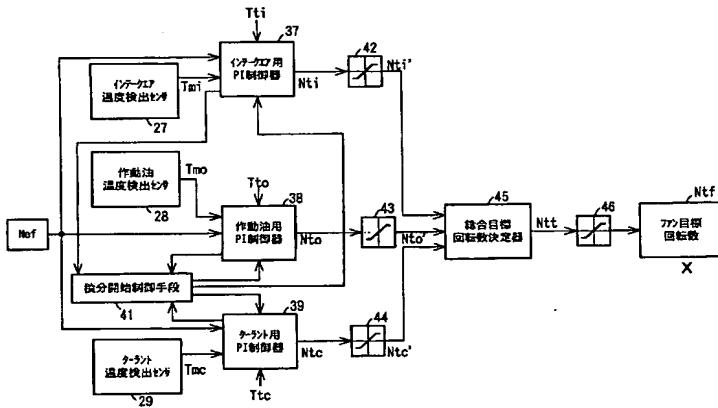
(10)国際公開番号
WO 2005/014987 A1

- (51) 国際特許分類: F01P 11/16, 5/04, 7/04
(72) 発明者: および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/003675
(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 古田秀人 (FURUTA, Hideto) [JP/JP]; 〒1588530 東京都世田谷区用賀四丁目10番1号 新キャタピラー三菱株式会社内 Tokyo (JP).
(22) 国際出願日: 2004年3月18日 (18.03.2004)
(74) 代理人: 樺澤 裕, 外 (KABASAWA, Joo et al.); 〒1600022 東京都新宿区新宿三丁目1番22号 NSOビル Tokyo (JP).
(25) 国際出願の言語: 日本語
(76) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願2003-290343 2003年8月8日 (08.08.2003) JP
(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 新キャタピラー三菱株式会社 (SHIN CATERPILLAR MITSUBISHI LTD.) [JP/JP]; 〒1588530 東京都世田谷区用賀四丁目10番1号 Tokyo (JP).

(統葉有)

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING NUMBER OF REVOLUTION OF FAN

(54) 発明の名称: ファン回転数制御方法



- 27...INTAKE AIR TEMPERATURE SENSOR
28...HYDRAULIC FLUID TEMPERATURE SENSOR
29...COOLANT TEMPERATURE SENSOR
37...PI CONTROLLER FOR INTAKE AIR
38...PI CONTROLLER FOR HYDRAULIC FLUID
39...PI CONTROLLER FOR COOLANT
41...INTEGRATION START CONTROL MEANS
45...TOTAL TARGET NUMBER OF REVOLUTION DETERMINING UNIT
X...TARGET NUMBER OF REVOLUTION OF FAN

WO 2005/014987 A1

(57) Abstract: Actual temperatures of intake air, hydraulic fluid, and coolant being cooled by means of a cooling fan are detected, target numbers of revolution (N_{ti} , N_{to} , N_{tc}) of the fan are determined by PI controllers (37-39) depending on the temperature difference between the actual temperatures (T_{mi} , T_{mo} , T_{mc}) and target temperatures (T_{ti} , T_{to} , T_{tc}), and then the cooling fan is controlled by the target numbers of revolution (N_{ti} , N_{to} , N_{tc}) of the fan. In order to limit accumulation for the negative side of integration in the PI controllers (37, 38, 39), an integration start control means (41) for controlling the timing of starting integration is provided for the PI controllers (37, 38, 39). Target temperatures (T_{ti} , T_{to} , T_{tc}) for starting integration are set, and the integration elements of the PI controllers (37, 38, 39) are arranged to function only after the actual temperature (T_{mi} , T_{mo} , T_{mc}) of intake air, hydraulic fluid, or coolant reaches the target temperature (T_{ti} , T_{to} , T_{tc}) thus preventing rising response lag of the number of revolution of the fan.

(統葉有)



SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA; GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC,

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 冷却ファンにより冷却するインテークエア、作動油、クーラントの実温度を検出し、実温度(T_{mi})、(T_{mo})、(T_{mc})と目標温度(T_{ti})、(T_{to})、(T_{tc})との温度差に応じてPI制御器(37)～(39)によりファン目標回転数(N_{ti})、(N_{to})、(N_{tc})を決定し、ファン目標回転数(N_{ti})、(N_{to})、(N_{tc})により冷却ファンを制御する。PI制御器(37)、(38)、(39)における積分の負側に対する蓄積を制限するために、PI制御器(37)、(38)、(39)に対し、積分開始タイミングを制御する積分開始制御手段(41)を設ける。積分を開始する目標温度(T_{ti})、(T_{to})、(T_{tc})を設定し、インテークエア、作動油またはクーラントの実温度(T_{mi})、(T_{mo})、(T_{mc})が目標温度(T_{ti})、(T_{to})、(T_{tc})に達するまでは、PI制御器(37)、(38)、(39)の積分要素を機能させないようにする。ファン回転数の立ち上がり応答遅れを防止する。

明細書

ファン回転数制御方法

5 技術分野

本発明は、冷却ファンの回転速度すなわち単位時間当たりの回転数（以下、回転速度を「回転数」という）を制御するファン回転数制御方法に関するものである。

10

背景技術

冷却ファンによって冷却される作動油、エンジン冷却用のラジエータ循環冷却水（以下、この冷却水を「クーラント」という）などの被冷却流体の実温度を検出し、検出された実温度と目標温度との温度差に応じて比例積分制御器によりファン目標回転数を決定し、このファン目標回転数により被冷却流体の実温度が目標温度となるように冷却ファンのファン回転数を可変制御するファン回転数制御方法がある（例えば、特許第3295650号公報参照）。

このように比例積分制御器によりファン目標回転数を演算し、目標温度になるようにファン回転数を可変制御する従来のファン回転数制御方法は、通常時には適切に動作しており、問題はなかったが、第25 7図に示されるように、エンジン始動時において、

例えば目標温度が60°Cの場合、作動油の実温度がこの目標温度60°Cを超えても、2点鎖線に示されるようにファン回転数がすぐに立ち上がらず、作動油の実温度が、油圧ポンプのポンプサクション部で70°C以上となるほどの、あるいはクーラントの実温度がラジエータ入口部で90°C近くまで上昇するほどの、目標温度をかなりオーバーシュートしてから、ファン回転数が立ち上がる応答遅れが生じている。

このファン回転数の立ち上がり応答遅れは、比例積分制御器における積分の負側に対する蓄積に起因する。

本発明は、このような点に鑑みなされたもので、ファン回転数の立ち上がり応答遅れを防止することにより、実温度が目標温度をオーバーシュートすることを抑制して、オーバーシュートによる無駄なファン回転数増加を防止できるファン回転数制御方法を提供することを目的とするものである。

発明の開示

本発明のファン回転数制御方法は、冷却ファンによって冷却される被冷却流体の実温度を検出し、検出された実温度と目標温度との温度差に応じて比例積分制御器によりファン目標回転数を決定し、このファン目標回転数により冷却ファンを制御する方法であって、比例積分制御器における積分の負側に対

する蓄積を制限する方法である。そして、比例積分制御器における積分の負側に対する蓄積を制限することにより、作動油、クーラントなどの被冷却流体の実温度が目標温度を超えた場合に、すぐにファン回転数が立ち上がるようになり、ファン回転数の立ち上がりの応答遅れを防止することにより、実温度が目標温度を大きくオーバーシュートすることを防止し、オーバーシュートによる無駄なファン回転数増加を防止できる。これにより、燃費の向上、騒音の低減による作業環境の改善、振動の低減によるコンポーネントの耐久性向上などの効果が得られる。

本発明のファン回転数制御方法は、上記ファン回転数制御方法において、積分の負側に対する蓄積を制限するために、積分を開始する積分開始温度を目標温度に設定する方法である。そして、被冷却流体の実温度が目標温度に達するまでの間、比例積分制御器における積分の負側に対する蓄積を制限することにより、被冷却流体の実温度が目標温度を超えた場合に、すぐにファン回転数が立ち上がるよう制御できる。

本発明のファン回転数制御方法は、上記ファン回転数制御方法において、ファン最低回転数が定められている場合は、積分の負側に対する蓄積を制限するために、積分を開始する積分開始ファン回転数をファン最低回転数に設定する方法である。そして、

ファン回転数がファン最低回転数に達するまでの間、
比例積分制御器における積分の負側に対する蓄積を
制限することにより、ファン回転数がファン最低回
転数を超えた場合に、すぐにファン回転数が立ち上
5 がるよう 5 に制御できる。

図面の簡単な説明

第1図は本発明のファン回転数制御方法を実施す
るためのコントローラのアルゴリズムの一実施の形
態を示すブロック図であり、第2図(a)は同上コ
ントローラにおける比例積分制御器および積分開始
制御手段の一例を示すブロック図であり、第2図
10 (b)は同上積分開始制御手段による積分開始タイ
ミングを説明するグラフであり、第3図は第2図に
示された積分開始制御手段の制御動作を示すフロー
チャートであり、第4図は同上コントローラにおけ
る比例積分制御器および積分開始制御手段の他の例
15 を示すブロック図であり、第5図は第4図に示され
た積分開始制御手段の制御動作を示すフローチャー
トであり、第6図は本発明に係るファン回転数制御
方法を実施する装置の概要を示すブロック図であり、
第7図は従来のファン回転数制御方法を用いた場合
のポンプサクション部およびラジエータ入口部にお
ける温度とファン回転数との関係を示すグラフであ
20 る。
25

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明を第1図乃至第6図に示された実施の形態を参照しながら説明する。

5 第6図は、ファン回転数制御装置の概要を示し、油圧ショベルなどの建設機械の車両に搭載されたエンジン11は、作動油を圧送供給する作業用のメインポンプ12と、ファン用ポンプ13とを備え、これらのメインポンプ12およびファン用ポンプ13を共に駆動する。なお、油圧ショベルは、履帯などの走行系を備えた下部走行体に、旋回系を介して上部旋回体が旋回可能に設けられ、この上部旋回体に作業機系が設けられている。この作業機系は、ブーム、アーム、バケットおよびこれらを作動する油圧シリンダを備
10 15 えている。

メインポンプ12は、上記車両に装備された走行系の油圧モータ、旋回系の油圧モータ、作業機系の油圧シリンダなどの各種油圧アクチュエータに作動流体としての作動油を供給する。

20 ファン用ポンプ13は、管路14に吐出した作動流体としての作動油によりファン用モータ15を作動する。このファン用モータ15は、その回転軸16に冷却ファン17を一体に装備し、この冷却ファン17を回動する。

ファン用ポンプ13は、入力信号を電気信号とし出力信号を油圧信号とした電油変換弁18を備え、この

電油変換弁18から出力された油圧信号によりファン用ポンプ13のポンプ吐出流量を可変制御して、ファン用モータ15の回転数を可変制御できる可変容量型ポンプである。.

5 冷却ファン17と対向する位置には、インテークエアクーラ21、オイルクーラ22およびラジエータ23が順次配置され、インテークエアクーラ21にはインテークエア配管24が、オイルクーラ22には作動油配管25が、ラジエータ23にはクーラント配管26が、それ
10 ぞれ配設されている。

インテークエア配管24には被冷却流体としてのインテークエアの実温度を検出するインテークエア温度検出センサ27が、作動油配管25には被冷却流体としての油圧回路の作動油の実温度を検出する作動油
15 温度検出センサ28が、クーラント配管26には被冷却流体としてのクーラント（冷却水）の実温度を検出するクーラント温度検出センサ29が、それぞれ設けられ、これらの温度検出センサ27, 28, 29は、それぞれの入力信号ライン31, 32, 33を経てコントローラ34の信号入力部に接続されている。
20

また、このコントローラ34の信号出力部は、出力信号ライン35を経て前記電油変換弁18の信号入力部に接続されている。

そして、このコントローラ34は、各種温度検出センサ27, 28, 29により検出された実温度を演算処理
25

し、このコントローラ34からの出力信号により、電油変換弁18を介しファン用ポンプ13のポンプ吐出流量を可変制御することで、ファン用モータ15の回転数を可変制御し、温度検出センサ27, 28, 29により検出されたインテークエア、作動油およびクーラントの各被冷却流体の実温度が予め設定された目標温度に到達するよう冷却ファン17のファン回転数を可変制御し、各被冷却流体がオーバヒートしないように適切に冷却する。

このように、コントローラ34は、冷却ファン17により冷却される被冷却流体の実温度が目標温度となるようファン回転数を可変制御するとともに、冷却ファン17のファン回転数を低下させることにより、間接的にメインポンプ12の出力を上昇させる機能も有する。

すなわち、エンジン11によりメインポンプ12と共に駆動されるファン用ポンプ13から吐出された作動油にてファン用モータ15を作動し、このファン用モータ15により冷却ファン17を回動するが、コントローラ34は、この冷却ファン17のファン回転数を低下させるようファン用ポンプ13を制御することで、ファン用ポンプ13およびファン用モータ15で費やされるファン駆動馬力を下降させ、その分、相対的にメインポンプ12の出力を上昇させることもできる。

次に、コントローラ34は、第1図に示されるよう

に、各々の被冷却流体の実温度に応じてファン回転数を可変制御するアルゴリズムを有する。

この第1図において、予め設定されたインテーカエアの目標温度 T_{ti} 、インテーカエア温度検出センサ27により検出されたインテーカエアの実温度 T_{mi} 、予め設定された作動油の目標温度 T_{to} 、作動油温度検出センサ28により検出された作動油の実温度 T_{mo} 、予め設定されたクーラントの目標温度 T_{tc} 、クーラント温度検出センサ29により検出されたクーラントの実温度 T_{mc} の各信号は、それぞれの比例積分制御器（以下、これらの比例積分制御器を「PI制御器37, 38, 39」という）に入力される。
5
10
15

また、冷却ファン17によって冷却されるインテーカエア、作動油およびクーラントの実温度 T_{mi} , T_{mo} , T_{mc} を検出し、これらの実温度 T_{mi} , T_{mo} , T_{mc} と目標温度 T_{ti} , T_{to} , T_{tc} との温度差に応じて、PI制御器37, 38, 39によりファン目標回転数 N_{ti} , N_{to} , N_{tc} を決定し、これらのファン目標回転数 N_{ti} , N_{to} , N_{tc} により冷却ファン17を制御するファン回転数制御装置において、PI制御器37, 38, 39に対して、これらのPI制御器37, 38, 39における積分の負側に対する蓄積を制限する積分開始制御手段41を設置する。
20
25

この積分開始制御手段41は、例えばPI制御器37, 38, 39の積分機能のみをオン／オフ制御するか、あ

るいは積分出力のみをオン／オフ制御するなどして、
PI制御器37, 38, 39における積分の負側に対する
蓄積を制限することにより、インテークエア、作動
油、クーラントなどの被冷却流体の実温度 T_{mi} , T
5 m_o , T_{mc} が目標温度 T_{ti} , T_{to} , T_{tc} を超えた場合
に、すぐにファン回転数が立ち上がるようにするも
のである。

さらに、PI制御器37, 38, 39は、インテークエ
ア、作動油およびクーラントの各被冷却流体の発熱
10 量および周囲温度に応じて整定される複数のファン
目標回転数を被冷却流体ごとにそれぞれ決定するも
ので、これらのPI制御器37, 38, 39から出力され
たインテークエア用ファン目標回転数 N_{ti} 、作動油
用ファン目標回転数 N_{to} およびクーラント用ファン
15 目標回転数 N_{tc} の各信号は、それぞれ飽和特性を有
するリミッタ42, 43, 44により上限および下限を設
定される。

これらのリミッタ42, 43, 44を経たインテークエ
ア用ファン目標回転数 N_{ti}' 、作動油用ファン目標
20 回転数 N_{to}' およびクーラント用ファン目標回転数
 N_{tc}' は、総合目標回転数決定器45に入力され、こ
の総合目標回転数決定器45により、複数のファン目
標回転数 N_{ti}' , N_{to}' , N_{tc}' から一つの総合目
標回転数 N_{tt} を演算して決定する。

25 例えば、この総合目標回転数決定器45は、それぞ

れの被冷却流体のファン目標回転数 $N_{ti}^{'}$, $N_{to}^{'}$, $N_{tc}^{'}$ を二乗し、それらを加算し、その平方根を求めることにより総合目標回転数 N_{tt} を演算する。すなわち、

$$5 \quad N_{tt} = \{ \sum_{n=1}^N (N_{ti}^{'})^2 + (N_{to}^{'})^2 + (N_{tc}^{'})^2 \}^{1/2}$$

または、 $N_{tt} = \{ (N_{ti}^{'})^2 + (N_{to}^{'})^2 + (N_{tc}^{'})^2 \}^{1/2}$ となる。

この総合目標回転数 N_{tt} は、さらに飽和特性により下限および上限を設定するリミッタ 46 を経て、最終的なファン目標回転数 N_{tf} となる。

第 2 図 (a) には、前記作動油温度に関する P I 制御器 38 の詳細が示されている。

この図において、作動油の目標温度 T_{to} および実温度 T_{mo} は、それらの誤差を演算するための比較器 51 に導かれ、この比較器 51 から出力された誤差信号にゲイン 52 が乗算された後に、下限および上限を設定する飽和特性を有するリミッタ 53 により制限処理された信号値と、上記誤差信号にゲイン 54 が乗算され、積分器 55 により積分処理され、さらにリミッタ 56 により制限処理された信号値と、予期されたファン回転数 N_{ef} とが、加算器 57 にて加算されることにより、前記作動油用ファン目標回転数 N_{to} が決定される。

25 同様にして、インテークエアの目標温度 T_{ti} およ

び実温度 T_{mi} が P I 制御器 37 で処理されて、前記インテークエア用ファン目標回転数 N_{ti} が決定され、また、クーラントの目標温度 T_{tc} および実温度 T_{mc} が P I 制御器 39 で処理されて、前記クーラント用ファン目標回転数 N_{tc} が決定される。
5

第 2 図 (a) 、 (b) に示されるように、積分開始制御手段 41 は、積分の負側に対する蓄積を制限する方法として、P I 制御器 38 の積分器 55 により積分を開始する積分開始温度を目標温度に設定するもの
10 であり、エンジン始動時などの作動油の実温度 T_{mo} が低い場合において、実温度 T_{mo} と目標温度 T_{to} との差が大きい場合に、積分開始温度を目標温度に設定することで、実温度 T_{mo} が目標温度 T_{to} に上昇するまでの間に負の積分要素が蓄積しないようとする。
15

次に、第 1 図および第 2 図に示された実施形態の作用効果を説明する。

温度検出センサ 27, 28, 29 により検出されたインテークエア、作動油およびクーラントの各被冷却流体の実温度情報をもとに、各被冷却流体の実温度が
20 目標温度に到達するように、比較器 51 などを含む P I 制御器 37, 38, 39、およびリミッタ 46 などを通じて得られたファン目標回転数 N_{tf} により、冷却ファン 17 のファン回転数を制御する。

すなわち、インテークエア、作動油およびクーラントのいずれかの被冷却流体の実温度がそれらの目
25

標温度より高いときは、その温度誤差に応じてファン目標回転数 N_{tf} を上昇させて、より強い冷却効果が得られるように、常時または定期的に温度検出センサ 27, 28, 29 で検出された実温度情報をファン回転数にフィードバックして、回転数センサを用いることなく、ファン回転数を制御できるようにしている。
5

その際、それぞれの被冷却流体の発熱量が増加した場合、温度検出センサ 27, 28, 29 により検出された実温度が、予め設定された目標温度に到達するには、より高いファン回転数になるように P I 制御器 37, 38, 39 が動作する。
10

例えば、作動油の目標温度が 60 °C で、実温度が 61 °C とすると、実温度が 60 °C になるように冷却ファン 17 のファン回転数が増加し始める。もし、発熱量が僅かであれば、僅かなファン回転数の上昇でも、作動油温は 60 °C に復帰するが、もし発熱量が大きければ、僅かなファン回転数の上昇では、作動油温は上昇を続け、それと共にファン回転数も上昇する。やがて、ファン回転数が十分に高くなると、作動油温は下がり始め、目標温度に到達するとファン回転数の増加は止まる。
15
20

また、目標温度および発熱量の条件が同じでも、周囲温度が高くなると、冷却ファン 17 は、同様により高いファン回転数となる。
25

このように、それぞれの被冷却流体の発熱量と周囲温度に応じてファン回転数の整定する値が異なる。言いかえると、温度毎に決まるファン回転数のマップを持たずに制御していることが、この制御の特徴である。

総合目標回転数決定器45が $\{\Sigma(\text{被冷却流体 } n \text{ のファン目標回転数})^2\}^{1/2}$ により総合目標回転数N_{tt}を計算する場合は、どの被冷却流体のファン目標回転数が上昇した場合でも、必ず総合目標回転数N_{tt}は増加する。

例えば、インテークエア温度、クーラント温度(冷却水温)および作動油温度から決まるそれぞれの目標回転数が、300 r.p.m.、500 r.p.m.、700 r.p.m. とすると、総合目標回転数N_{tt}は911 r.p.m.となる。ここで、クーラント温度から決まる目標回転数が500 r.p.m.から600 r.p.m.に増加すると、総合目標回転数N_{tt}は970 r.p.m.となる。

仮に、総合目標回転数 = 最大値(被冷却流体nのファン目標回転数)で総合目標回転数を決定した場合は、クーラント温度から決まる目標回転数が500 r.p.m.の時も600 r.p.m.の時も、総合目標回転数は700 r.p.m.となり、システム全体の発熱量が増加しているにも関わらず、総合目標回転数は変化しない。

このように、総合目標回転数決定器45は、どの被

冷却流体の温度がかわっても総合目標回転数 N_{tt} が変化することも特徴の一つである。

また、油圧ショベルなどの車両において、作動油温などが低く、冷却の必要がないときは、ファン用ポンプ 13 から吐出される流量を電油変換弁 18 で少なくするよう制御することで、冷却ファン 17 のファン回転数を強制的に下げるが、このとき、ファン用ポンプ 13 にて費されるエンジン 11 のファン駆動馬力は低下しており、その分、エンジン 11 で駆動されるメインポンプ 12 の出力を上昇させることができ、エンジン 11 の出力を有効に利用できるとともに、ファン回転数の低下により冷却ファン 17 による周囲騒音を下げることができる。

積分器 55 は、積分開始制御手段 41 により制御され、第 2 図 (b) に示されるように作動油の実温度 T_{mo} が目標温度 T_{to} より小さいときは、積分の負側に対する蓄積が制限され、一方、作動油の実温度 T_{mo} が目標温度 T_{to} を上回ると、積分の正側および負側に対する蓄積が開始され、比例積分制御により作動油用ファン目標回転数 N_{to} が決定される。

すなわち、エンジン始動時に、作動油の実温度 T_{mo} が目標温度 T_{to} に達しないときは、実温度 T_{mo} と目標温度 T_{to} との温度差に応じて P I 制御器 38 のゲイン 52 などの比例要素のみによりファン目標回転数 N_{to} を決定し、また作動油の実温度 T_{mo} が目標温度

T_{to} を超えたときは、実温度 T_{mo} と目標温度 T_{to} との温度差に応じて PI 制御器 38 のゲイン 52, 54 の比例要素および積分器 55 の積分要素によりファン目標回転数 N_{to} を決定する。

5 被冷却流体がインテークエア、クーラントの場合も同様であり、インテークエア用ファン目標回転数 N_{ti} 、クーラント用ファン目標回転数 N_{tc} の決定においても、同様に積分開始タイミングが制御される。

要するに、エンジン始動時などの、被冷却流体の
10 実温度 T_{mi} , T_{mo} , T_{mc} が目標温度 T_{ti} , T_{to} , T_{tc} に達するまでの間は、PI 制御器 37, 38, 39 の積分器 55 を機能させないようにしたので、この積分器 55 による負の積分要素の蓄積がなく、ファン回転数の立ち上がりの応答遅れを防止でき、応答遅れにより
15 実温度 T_{mi} , T_{mo} , T_{mc} が目標温度 T_{ti} , T_{to} , T_{tc} を大きくオーバーシュートすることを防止でき、オーバーシュートによる無駄なファン回転数の増加を防止できる。

次に、第 3 図は、積分開始制御手段 41 の制御動作
20 を示すフローチャートであり、エンジン始動時のインテークエア、作動油またはクーラントの実温度 T_{mi} , T_{mo} , T_{mc} が目標温度 T_{ti} , T_{to} , T_{tc} より大きいか否かを判断し（ステップ 1）、小さければ
25 （ステップ 1 で NO）、積分開始制御手段 41 から積分器 55 に積分制限信号を送信して、積分器 55 を機能さ

せない（ステップ2）。

一方、インテークエア、作動油またはクーラントの実温度 T_{mi} , T_{mo} , T_{mc} が上昇して、目標温度 T_{ti} , T_{to} , T_{tc} より大きくなった場合は（ステップ5でYES）、積分開始制御手段41から積分器55への積分制限信号を解除して、積分器55による積分を開始する（ステップ3）。

このようして、エンジン始動時にインテークエア、作動油またはクーラントの実温度 T_{mi} , T_{mo} , T_{mc} がこれらの目標温度 T_{ti} , T_{to} , T_{tc} より低い場合は、積分開始温度を目標温度 T_{ti} , T_{to} , T_{tc} に設定することで、これらの実温度 T_{mi} , T_{mo} , T_{mc} が目標温度 T_{ti} , T_{to} , T_{tc} に上昇するまでの間に負の積分要素が蓄積しないようにする。

15 その結果、インテークエア、作動油またはクーラントの実温度 T_{mi} , T_{mo} , T_{mc} が目標温度 T_{ti} , T_{to} , T_{tc} に達した時点で、本来の可変ファン制御によって常に目標温度 T_{ti} , T_{to} , T_{tc} が維持できるようPI制御される。

20 以上のように、被冷却流体の実温度 T_{mi} , T_{mo} , T_{mc} が目標温度 T_{ti} , T_{to} , T_{tc} に達するまでの間、PI制御器37, 38, 39における積分の負側に対する蓄積に制限を設けることにより、被冷却流体の実温度 T_{mi} , T_{mo} , T_{mc} が、目標温度 T_{ti} , T_{to} , T_{tc} を超えた場合にすぐにファン回転数が立ち上がるよう

に制御できる。

また、このようにしたので、エンジン始動時において、被冷却流体の実温度 T_{mi} , T_{mo} , T_{mc} が目標温度 T_{ti} , T_{to} , T_{tc} を超えた場合に、応答の遅れなくファン回転数が上昇し、実温度のオーバーシュートを最小限に抑えて、実温度 T_{mi} , T_{mo} , T_{mc} を目標温度 T_{ti} , T_{to} , T_{tc} に素早く整定させることができる。
5

一方、エンジン始動時などでインテークエア、作動油またはクーラントの実温度 T_{mi} , T_{mo} , T_{mc} がすでに高く、目標温度 T_{ti} , T_{to} , T_{tc} に到達している場合においては、積分開始温度にも到達しているので、そのまま本来の P I 制御となり、目標温度 T_{ti} , T_{to} , T_{tc} になるように制御されるので問題
10 15 はない。

次に、P I 制御器 37, 38, 39が機能している場合のファン回転数制御方法を順を追って説明する。

(1) エンジン 11のインテークエア、作動油およびクーラント(冷却水)の温度を、温度検出センサ 27,
20 28, 29によりそれぞれ検出する。

(2) コントローラ 34の内部にそれぞれ設定された各被冷却流体の目標温度と、各々の温度検出センサ 27, 28, 29により検出された各被冷却流体の実温度との差を、P I 制御器 37, 38, 39の比較器 51で計算
25 し、この差にゲイン 52, 54および積分器 55で比例積

分制御をかける。

(3) このP I制御により、それぞれの被冷却流体毎にファン目標回転数 N_{ti} , N_{to} , N_{tc} が決まり、さらにリミッタ42, 43, 44を経てファン目標回転数
5 N_{ti}' , N_{to}' , N_{tc}' が決まる。

(4) これらの複数のファン目標回転数 N_{ti}' , N_{to}' , N_{tc}' から総合目標回転数決定器45により一つの総合目標回転数 N_{tt} を決める。具体的には、総合目標回転数 $N_{tt} = \{ \Sigma (\text{被冷却流体 } n \text{ のファン目標回転数})^2 \}^{1/2}$ を用いて演算するが、後述するように、これに限定されるものではない。

そして、総合目標回転数 N_{tt} からリミッタ46を経てファン目標回転数 N_{tf} が最終的に決定される。

(5) ファン目標回転数 N_{tf} が得られるように、コントローラ34は電油変換弁18を駆動して、ファン用ポンプ13のポンプ吐出量を制御し、ファン用モータ15のモータ回転数を制御し、冷却ファン17のファン回転数を制御する。

(6) 各被冷却流体の実温度がそれぞれの目標温度に到達するように、前記(2)に戻り、フィードバック制御を継続する。

以上のように、このファン回転数制御は、回転数センサなどによりファン回転数を検出してフィードバック制御するものではなく、各被冷却流体の温度25検出センサにより検出された温度をフィードバック

して制御するので、ファン回転数の絶対値は重要ではない。

また、それぞれの被冷却流体の発熱量と周囲温度に応じてファン回転数の整定する値が異なり、それ
5 ぞれの被冷却流体毎にファン目標回転数を持ち、この複数のファン目標回転数に基づき一つの総合目標回転数を決定する演算手法を備えている。

さらに、各被冷却流体の温度が低い時には、ファン回転数を下げるのに、必要とするファン駆動馬力
10 が減少し、その分、メインポンプ油圧出力を上昇させることができる。

そして、各被冷却流体の実温度が目標温度に到達するように制御が働くので、冬期には作動油温や冷却水温の上昇が早くなり、作動油などの温度変化に
15 ともなって変動する粘性が早く安定するので、年間を通じて、作動油などの粘性の差による応答性の差が小さくなり、エンジンもより安定した温度で動作するようになる。

ここで、被冷却流体の実温度が目標温度に到達するように制御が働くとは、例えば冬期のエンジン始動直後においては、電油変換弁18によりファン用ポンプ13からの吐出流量を0または少量に制御することにより、冷却ファンを停止させたり、または最低限のファン回転数で駆動する場合も含む。

25 なお、総合目標回転数決定器45が総合目標回転数

N_{tt} を決定する演算手法は、既に述べたものに限定されるものではなく、他の演算方法でも可能である。

例えば、重み関数 W_n ($0 \leq W_n \leq 1$ 、 $\sum W_n = 1$) を用いて、

5 総合目標回転数 $N_{tt} = \sum \{ W_n \cdot (\text{被冷却流体 } n \text{ のファン目標回転数}) \}$ としても良い。

また、比例積分制御器（P I 制御器）は、これのみに限定されるものではなく、一般的に用いられる比例積分微分制御器（P I D 制御器）も含み、この
10 P I D 制御器でも問題なく動作する。

次に、第4図および第5図は、P I 制御器38における積分の負側に対する蓄積を制限する前記積分開始制御手段41の他の実施形態を示し、前記積分開始温度を目標温度に設定する方法に替えて、積分開始
15 ファン回転数を設定する方法である。

すなわち、ファン最低回転数 N_{min} が定められている場合は、積分の負側に対する蓄積を制限する制限方法として、P I 制御器38の積分器55により積分を開始する積分開始ファン回転数をファン最低回転数
20 N_{min} に設定する方法である。

例えば、エンジン始動時などにおいて、作動油のファン目標回転数 N_{to} がファン最低回転数 N_{min} に達しないときは、実温度 T_{mo} と目標温度 T_{to} との温度差に応じて P I 制御器38のゲイン52すなわち比例要素
25 のみによりファン目標回転数 N_{to} を決定し、このフ

アン目標回転数 N_{to} がファン最低回転数 N_{min} を超えたときは、実温度 T_{mo} と目標温度 T_{to} との温度差に応じて、PI制御器38のゲイン52, 54すなわち比例要素と、積分器55すなわち積分要素によりファン目標回転数 N_{to} を決定するものである。クーラントのファン目標回転数 N_{tc} を決定する場合も同様である。

すなわち、第5図に示されるように、ファン最低回転数 N_{min} が定められている場合において、インテークエア、作動油またはクーラントの目標温度 T_{ti} , T_{to} , T_{tc} に対応したファン目標回転数 N_{ti} , N_{to} , N_{tc} がファン最低回転数 N_{min} を上回るか否かが判断され（ステップ5）、ファン目標回転数 N_{ti} , N_{to} , N_{tc} がファン最低回転数 N_{min} を下回っている場合は（ステップ5でNO）、積分器55をオフにして、負の積分要素を蓄積させないようにする（ステップ6）。一方、ファン目標回転数 N_{ti} , N_{to} , N_{tc} がファン最低回転数 N_{min} を超えた場合は（ステップ5でYES）、積分器55を機能させて、PI制御器37, 38, 39における積分の正側および負側に対する蓄積を開始する（ステップ7）。

このようにして、積分開始ファン回転数をファン最低回転数 N_{min} とすることにより、目標温度に対応したファン目標回転数 N_{ti} , N_{to} , N_{tc} がファン最低回転数 N_{min} に達するまでの間は、積分要素が働く、PI制御器37, 38, 39における負の積分要素を

蓄積しないが、目標温度に対応したファン目標回転数 N_{ti} , N_{to} , N_{tc} がファン最低回転数 N_{min} を超えた時点から、正の積分要素および負の積分要素を蓄積するように制御する。

5 その結果、ファン回転数は、ファン最低回転数 N_{min} に到達した時点で、すぐに立ち上がることができ、応答の遅れなくファン目標回転数 N_{ti} , N_{to} , N_{tc} にしたがってスムーズに上昇する。

なお、インテークエア、作動油、クーラントなどの被冷却流体の実温度 T_{mi} , T_{mo} , T_{mc} が目標温度 T_{ti} , T_{to} , T_{tc} を超えた時点や、ファン目標回転数 N_{ti} , N_{to} , N_{tc} がファン最低回転数 N_{min} を超えた時点で、積分器 55 がいったん作動開始すると、正の積分要素および負の積分要素が共に働き、正側に入った時点で正の積分要素により目標温度になるよう温度が下がり、その後下がり続けて、目標温度よりも下がった場合には、負の積分要素により目標温度になるよう温度が上がるよう制御される。このようにして、いったん積分が開始した時点で、正および負の両方の積分要素が働き、目標温度に整定させることができる。

以上のように、PI 制御器 37, 38, 39 における積分の負側に対する蓄積を制限することで、ファン回転数の立ち上がりの応答遅れを防止でき、これにより、実温度が目標温度を大きくオーバーシュートする

ことを防止でき、オーバーシュートによる無駄なファン回転数の増加を防止できる。

また、実温度のオーバーシュートが低減され、ファン回転数の過度な増加が無くなるので、燃料消費が
5 低減され、燃費が向上する。

さらに、ファン回転数の過度な増加が無くなるので、ファン回転による騒音が低減される。このため、油圧ショベルなどの連設機械のオペレータにとってファン音が耳障りにならず、作業環境を改善できる。

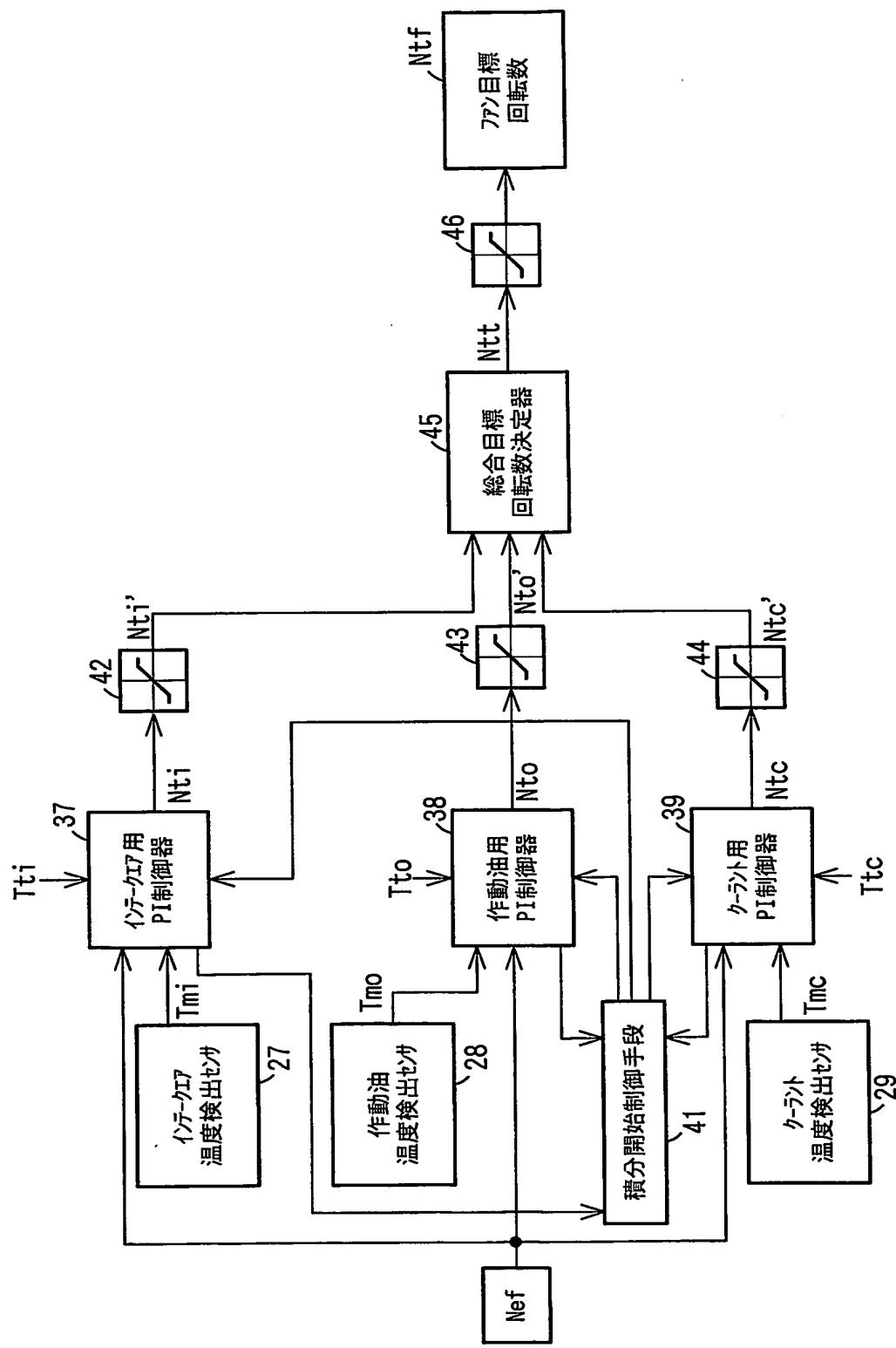
10 さらに、ファン回転数の過度な増加が無くなるので、ファン回転による振動が低減され、コンポーネントの耐久性が向上するなどの効果が得られる。

産業上の利用の可能性

15 本発明は、油圧ショベルなどの建設機械だけでなく、冷却ファンのファン回転数を制御する他の作業機械にも利用できる。

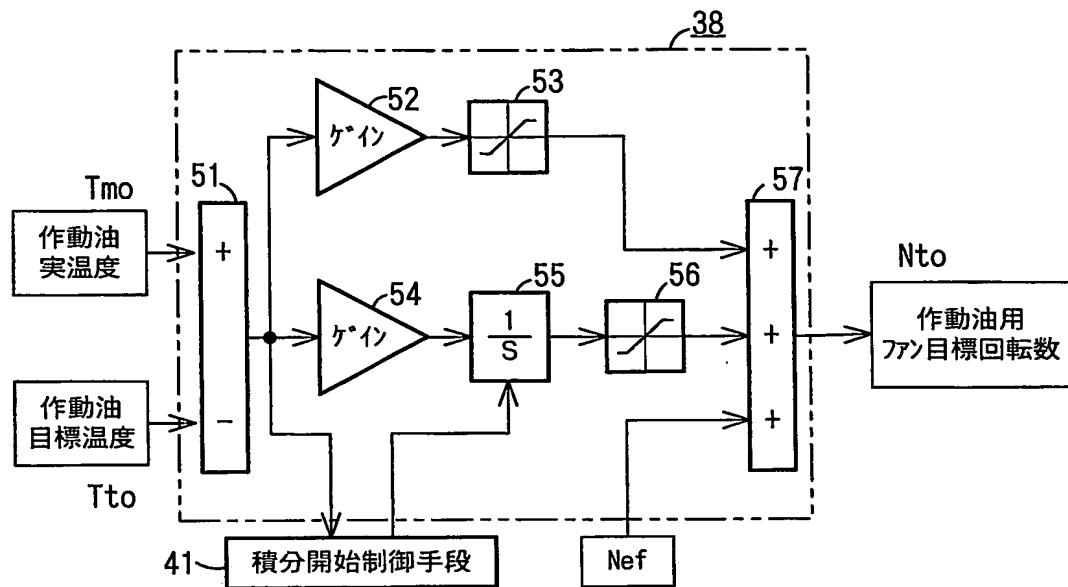
請　求　の　範　囲

1. 冷却ファンによって冷却される被冷却流体の実温度を検出し、
 - 5 検出された実温度と目標温度との温度差に応じて比例積分制御器によりファン目標回転数を決定し、このファン目標回転数により冷却ファンを制御するファン回転数制御方法であって、比例積分制御器における積分の負側に対する蓄積を制限する
 - 10 ことを特徴とするファン回転数制御方法。
 2. 積分の負側に対する蓄積を制限するために、積分を開始する積分開始温度を目標温度に設定することを特徴とする請求の範囲第1項記載のファン回転数制御方法。
 - 15 ことを特徴とする請求の範囲第1項記載のファン回転数制御方法。
 3. ファン最低回転数が定められている場合は、積分の負側に対する蓄積を制限するために、積分を開始する積分開始ファン回転数をファン最低回転数に設定する
 - 20 ことを特徴とする請求の範囲第1項記載のファン回転数制御方法。

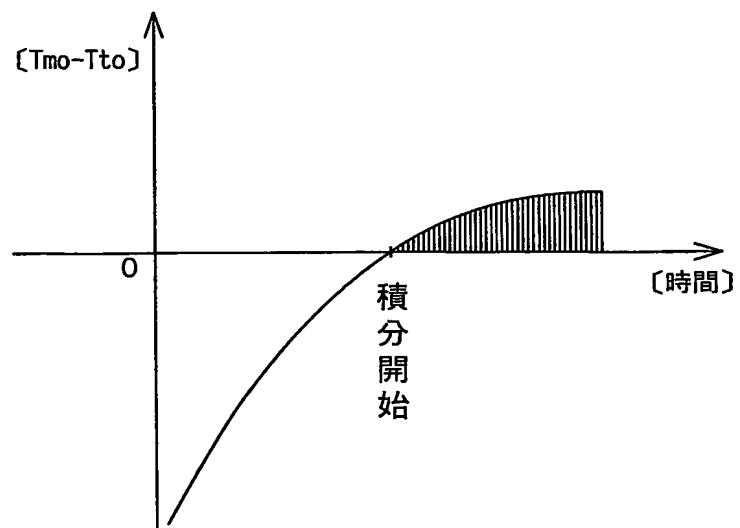


第1図

(a)

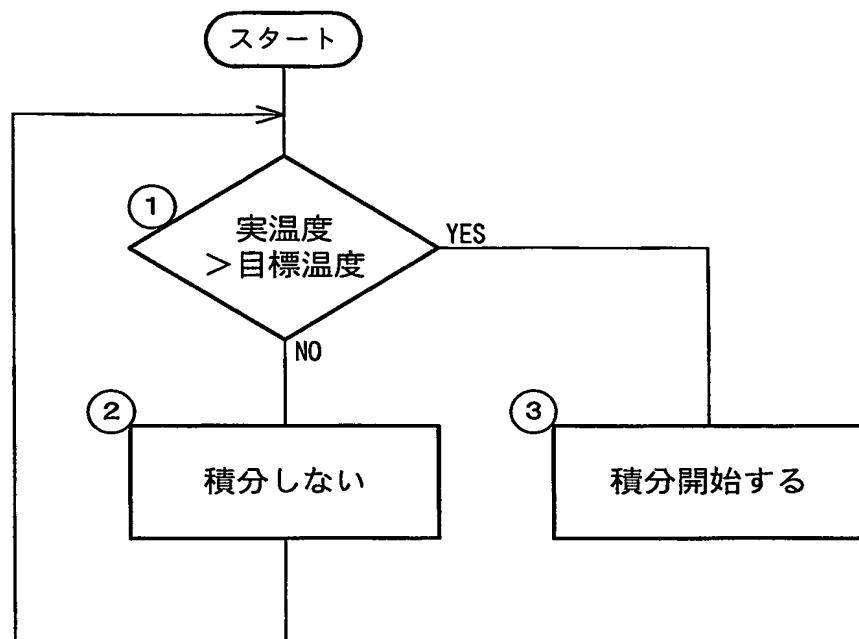


(b)



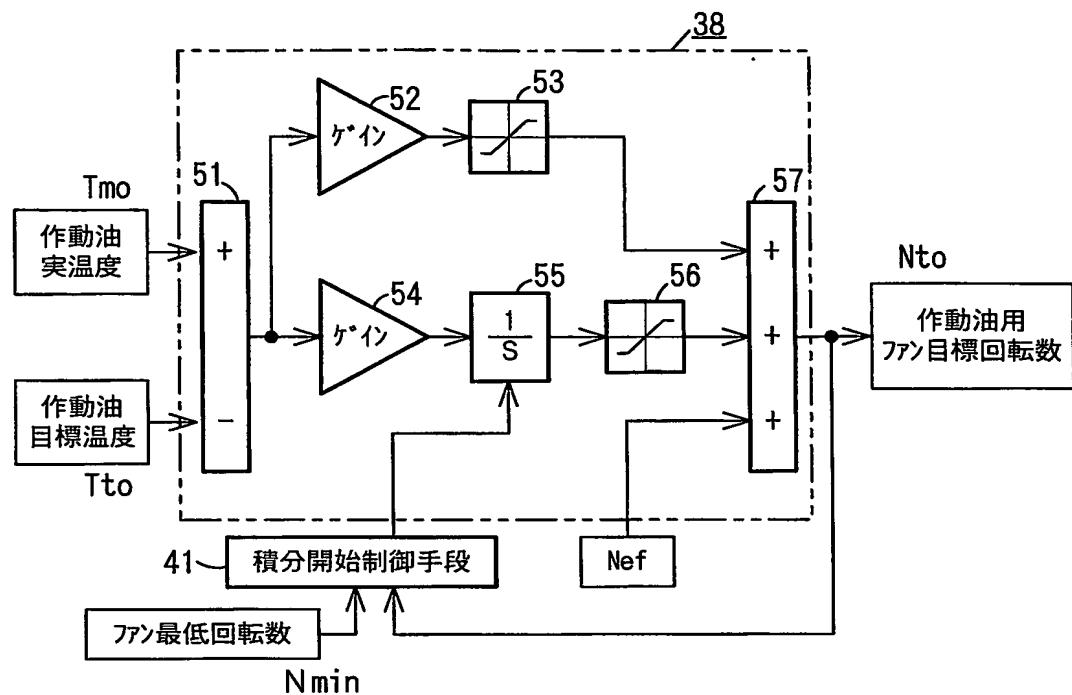
第2図

3 / 7



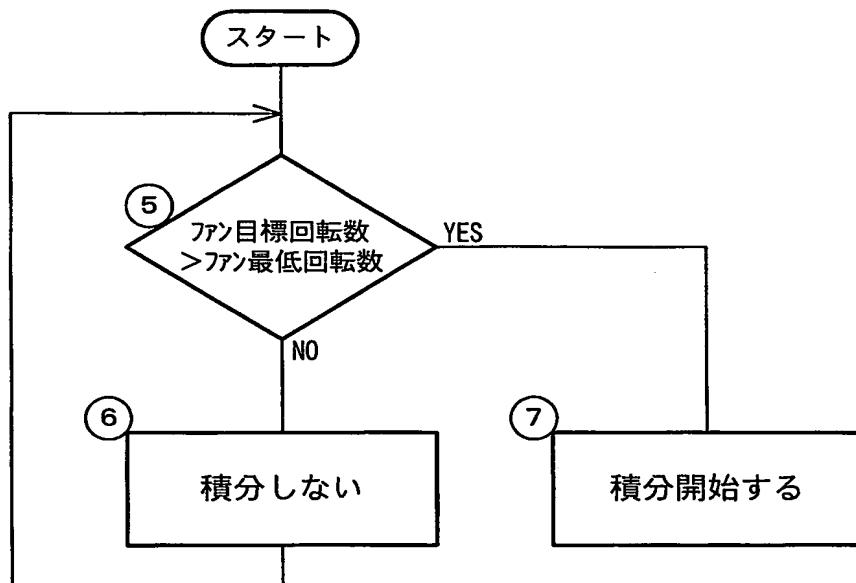
第3図

4 / 7



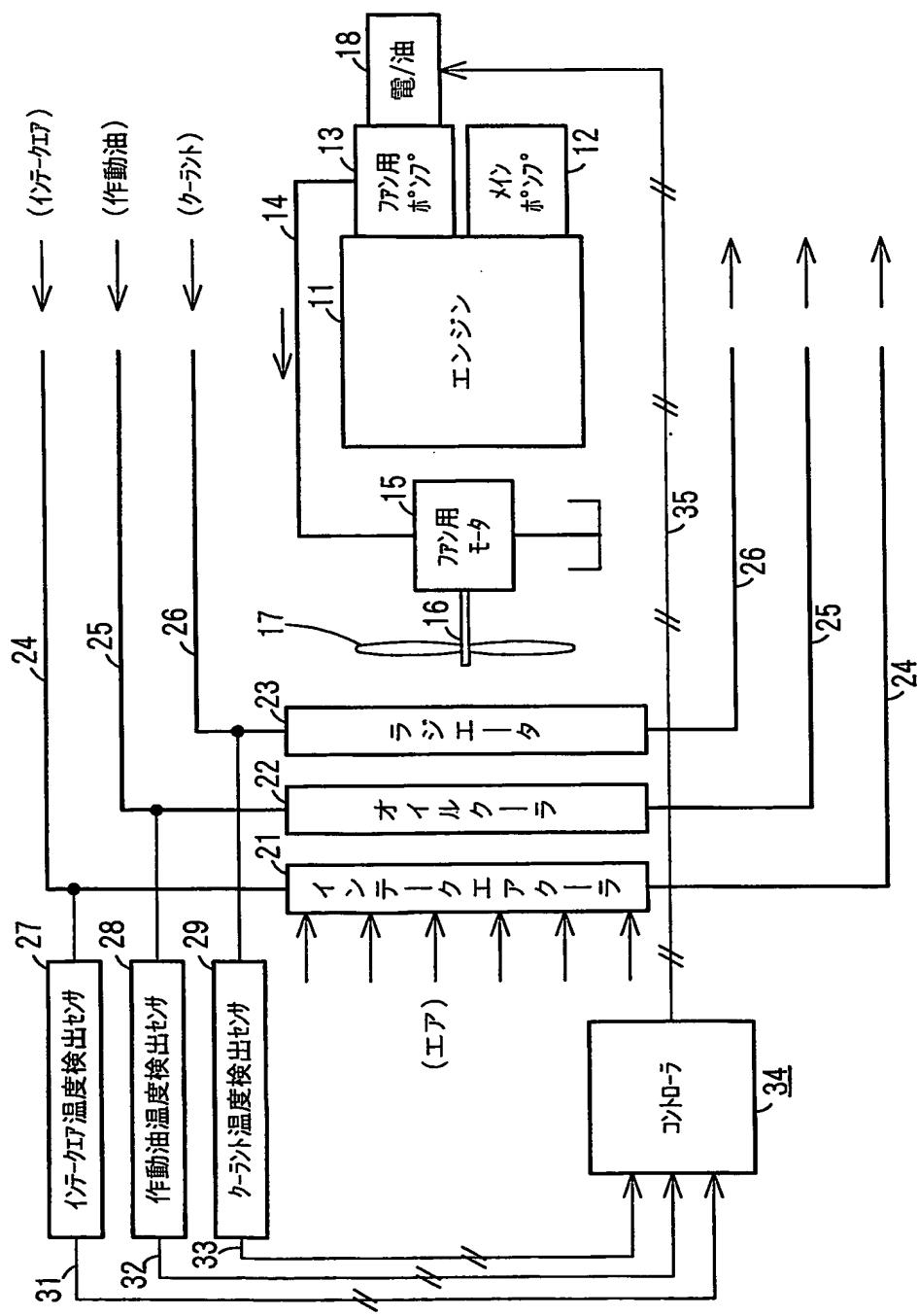
第4図

5 / 7



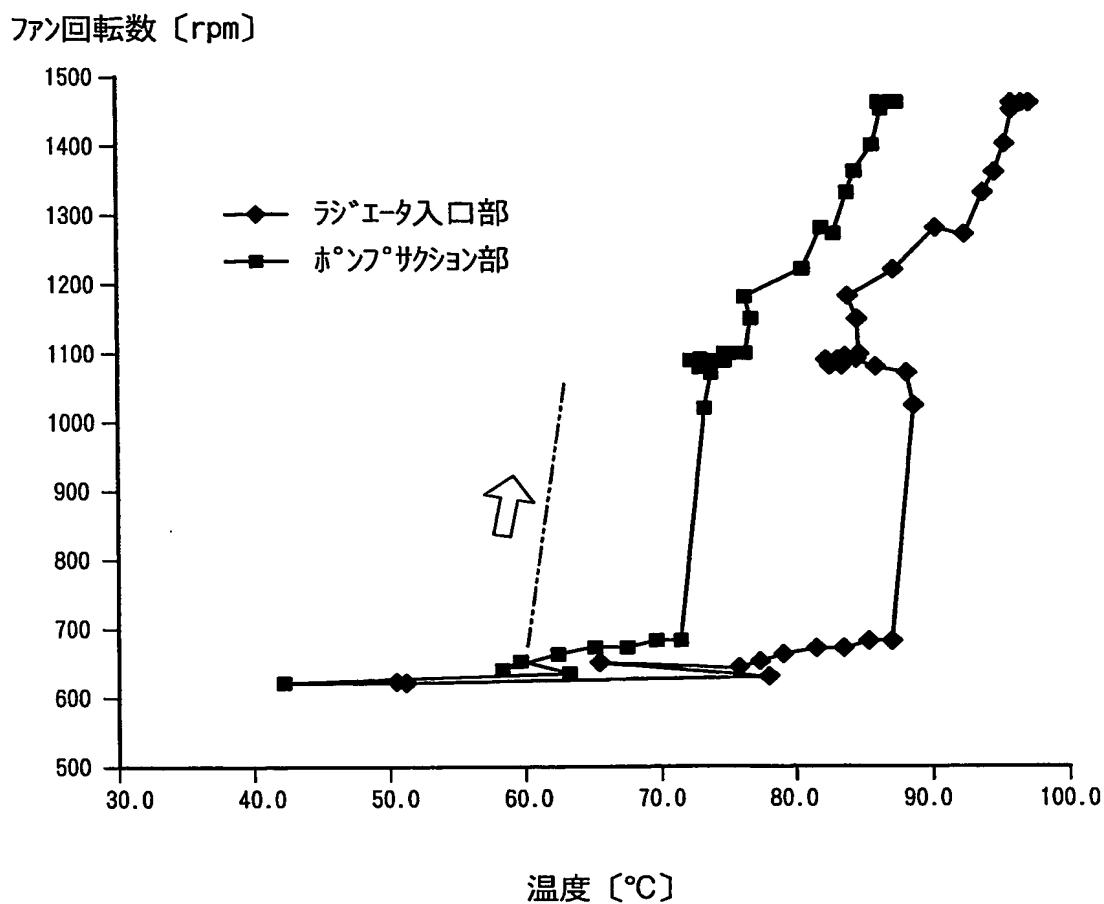
第5図

6 / 7

第6図

7 / 7

可変速ファン回転数の変動



第7図

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/003675

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ F01P11/16, F01P5/04, F01P7/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ F01P11/16, F01P5/04, F01P7/04, G05B11/42

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-110560 A (Shin Caterpillar Mitsubishi Ltd.), 18 April, 2000 (18.04.00), Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-3
Y	JP 53-79175 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 13 July, 1978 (13.07.78), Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-3
Y	JP 60-193010 A (Yoshiki Industrial Co., Ltd.), 01 October, 1985 (01.10.85), Page 3, lower left column, line 17 to page 4, upper right column, line 19; Figs. 1 to 2 & WO 85/04267 A1 & US 4698574 A & EP 177615 A1 & DE 3587011 A	1-3

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 May, 2004 (11.05.04)

Date of mailing of the international search report

25 May, 2004 (25.05.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))

Int. C1' F01P11/16, F01P5/04, F01P7/04

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料(国際特許分類(IPC))

Int. C1' F01P11/16, F01P5/04, F01P7/04, G05B11/42

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2000-110560 A (新キャタピラー三菱株式会社) 2000. 04. 18, 全文, 図1-3 (ファミリーなし)	1-3
Y	JP 53-79175 A (富士電機製造株式会社) 1978. 07. 13, 全文, 第1-3図 (ファミリーなし)	1-3
Y	JP 60-193010 A (吉喜工業株式会社) 1985. 10. 01, 第3頁左下欄第17行-第4頁右上欄第1 9行, 第1-2図	1-3

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献(理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11. 05. 2004

国際調査報告の発送日

25.5.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官(権限のある職員)

稻葉 大紀

3 T 3220

電話番号 03-3581-1101 内線 3395

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
	& WO 85/04267 A1 & US 4698574 A & EP 177615 A1 & DE 3587011 A	